

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-111147

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H01S 3/094

(21)Application number : 11-285667

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 06.10.1999

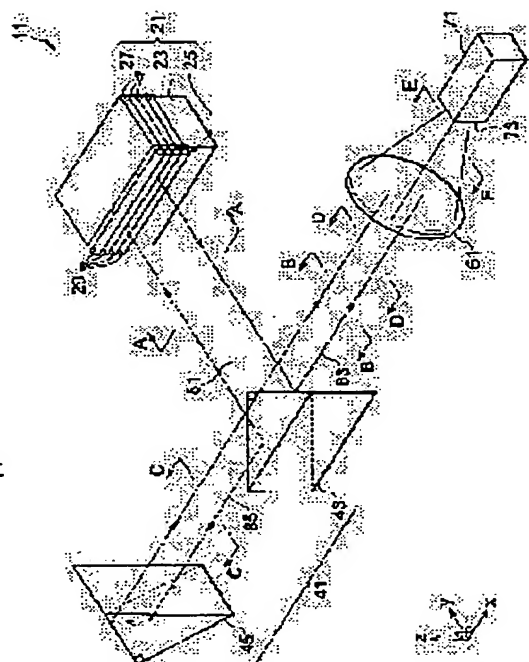
(72)Inventor : KO ARATA
KOSAKA MASAOMI
OBAYASHI YASUSHI
SUZUKI HIDEO
SAITO MASAYUKI

(54) CONVERGING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a converging device capable of readily and efficiently converging laser beams emitted from a semiconductor laser array, a semiconductor laser array stack, or the like.

SOLUTION: A converging device 11 is constituted by a semiconductor laser array stack 23, a cylindrical lens stack 25, a first prism 43, a second prism 45, and a converging lens 61. A light bundle emitted from the semiconductor laser array stack 23, paralleled and having a longitudinally or laterally elongated sectional shape is divided into two light bundles by the first prism 43. One light bundle is reflected by the second prism 45 so as to adjoin the other light bundle. Thus, as an aspect ratio of a sectional shape of the rearranged light bundle approaches 1, it is possible to converge efficiently onto a rod of a solid laser 71 by the simple converging lens 61.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-111147

(P2001-111147A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(51) Int. Cl.

H 0 1 S 3/094

識別記号

F I

H 0 1 S 3/094

テマコード (参考)

S 5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-285667

(22) 出願日

平成11年10月6日 (1999. 10. 6)

FP03-0187 -00WO-HP
03.12.-9
SEARCH REPORT

(71) 出願人

000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者

高 新

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者

高坂 正臣

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(74) 代理人

100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

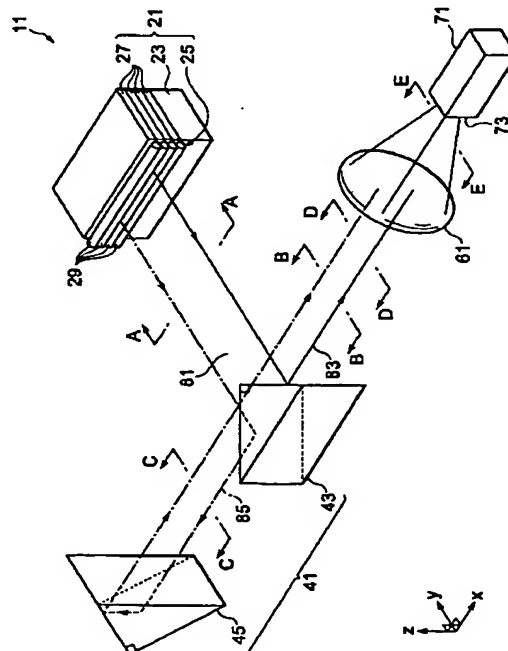
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集光装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体レーザアレイ又は半導体レーザアレイスタック等から発せられたレーザ光を容易にかつ効率よく集光することができる集光装置を提供する。

【解決手段】 集光装置11は、半導体レーザアレイスタック23と、シリンジカルレンズスタック25と、第1のプリズム43と、第2のプリズム45と、集光レンズ61とから構成される。半導体レーザアレイスタック23から出射され、平行化された縦長又は横長の断面形状を有する光束は、第1のプリズム43によって2つの光束に分割される。一方の光束は、他方の光束と隣接するように第2のプリズム45によって反射される。このようにして並べ替えられた光束は断面形状の縦横比が1に近づいたため、簡単な集光レンズ61によって固体レーザ71のロッド内に効率よく集光することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の長さがそれと垂直な他方の長さより長い断面形状を有する平行光束を出射する光源と、前記平行光束の光路上に配置され、前記平行光束を第1の方向に進行する第1の光束と第2の方向に進行する第2の光束とに分割して反射する第1の反射手段、並びに、前記第2の方向に反射された前記第2の光束の光路上に配置され、前記第2の光束を前記第1の光束に平行かつ隣接するように第1の方向に反射させる第2の反射手段を有する光学系と、
前記第1の方向に反射された前記第1の光束及び前記第2の光束の光路上に配置され、前記第1の光束及び前記第2の光束を一括して集光する集光手段とを備えることを特徴とする集光装置。

【請求項2】 前記第1の方向及び前記第2の方向は、互いに反対方向であり、前記平行光束が前記第1の反射手段に入射する方向は、前記第1の方向及び前記第2の方向に直交する方向である請求項1に記載の集光装置。

【請求項3】 前記第1の反射手段及び前記第2の反射手段は、プリズムである請求項1又は2に記載の集光装置。

【請求項4】 前記第2の反射手段の位置を調整する位置調整手段をさらに備える請求項1～3のいずれかに記載の集光装置。

【請求項5】 前記光源は、半導体レーザアレイと、前記半導体レーザアレイの光出射面に対して平行に配置されたシリンドリカルレンズとから構成される請求項1～4のいずれかに記載の集光装置。

【請求項6】 前記光源は、複数の半導体レーザアレイがスタック状に配置された半導体レーザアレイスタックと、前記各半導体レーザアレイの光出射面に対してそれぞれ平行に複数のシリンドリカルレンズがスタック状に配置されたシリンドリカルレンズスタックとから構成される請求項1～4のいずれかに記載の集光装置。

【請求項7】 前記光学系は、前記第1の反射手段及び前記第2の反射手段を複数組有する請求項1～6のいずれかに記載の集光装置。

【請求項8】 前記光源及び前記光学系を複数組備える請求項1～7のいずれかに記載の集光装置。

【請求項9】 複数組の前記光源及び前記光学系によって形成された複数の光束を互いに平行かつ隣接するように反射させる1以上の反射手段をさらに備える請求項8に記載の集光装置。

【請求項10】 複数組の前記光源及び前記光学系によって形成された複数の光束のうちの1以上の光束について偏光方向を回転させる1以上の偏光回転手段をさらに備える請求項8又は9に記載の集光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は集光装置に関し、特

に固体レーザの励起に好適に用いられる集光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 固体レーザ装置は、高効率、長寿命及び小型化を図ることができ、最近注目を集めている。固体レーザを励起するための励起光源は高出力であることが要求されるため、一般には、活性層をいくつかの単一モードストライプに分割したアレイ構造を有する半導体レーザアレイ、又はその半導体レーザアレイをスタック状に積層した半導体レーザアレイスタックが用いられる。

【0003】 また、半導体レーザを励起光源とした固体レーザにおいては、固体レーザの光軸方向から光励起させる端面励起方式を用いることによって、固体レーザの出力パターン及び効率を向上できることが知られている。そのため、固体レーザの励起に用いる半導体レーザアレイ又は半導体レーザアレイスタックの集光装置においては、出射されたレーザ光を効率よく固体レーザのロッド内に集光することが重要となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、半導体レーザアレイ又は半導体レーザアレイスタックを高出力化する場合には、放熱特性等に関する制約上、半導体レーザアレイ又は半導体レーザアレイスタックを縦長又は横長の長方形とせざるを得ない。そのため、これらから出射される光束の断面形状も長方形又はそれに近い長尺な形状になり、固体レーザのロッド内に効率よく集光することが困難になる。また、光束の長辺をカバーするためには、集光のための凸レンズを光束の面積に比較して必要以上に大きくしなければならないという不便が生じる。

【0005】 一方、光束の断面形状の縦横比を1に近づける（すなわち、断面形状を正方形に近づける）ために集光レンズの形状を特別に加工することも考えられるが、加工は極めて困難であり、多大なコストを要する。

【0006】 そこで本発明は、かかる課題を解決するために、半導体レーザアレイ又は半導体レーザアレイスタック等から出射された光束を容易にかつ効率よく集光することができる集光装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による集光装置は、一方の長さがそれと垂直な他方の長さより長い断面形状を有する平行光束を出射する光源と、平行光束の光路上に配置され、平行光束を第1の方向に進行する第1の光束と第2の方向に進行する第2の光束とに分割して反射する第1の反射手段、並びに、第2の方向に反射された第2の光束の光路上に配置され、第2の光束を第1の光束に平行かつ隣接するように第1の方向に反射させる第2の反射手段を有する光学系と、第1の方向に反射された第1の光束及び第2の光束の光路上に配置され、第1の光束及び第2の光束を一括して集光する集光手段

とを備えることを特徴とする。この装置によれば、光源から出射された長尺な光束は、第1の反射手段及び第2の反射手段による分割及び並べ替えによって断面形状の縦横比が1に近づくため、簡単な集光手段によって容易にかつ効率よく集光することができる。

【0008】第1の方向及び第2の方向は、互いに反対方向であり、平行光束が第1の反射手段に入射する方向は、第1の方向及び第2の方向に直交する方向であることが好ましい。この場合、光学系等の形状又は配置を簡素化することができる。第1の反射手段及び第2の反射手段は、プリズムであることが好ましい。この場合、各反射手段は1つのプリズムで足りるため、反射手段を容易にすることができる。また、第2の反射手段の位置を調整する位置調整手段をさらに備えることも好ましい。この場合、第2の光束の反射位置を調整することができるため、光源の交換時等においても形成される光束の形状を容易に最適化することができる。

【0009】光源は、半導体レーザーアレイと、半導体レーザーアレイの光出射面に対して平行に配置されたシリンドリカルレンズとから構成されることが好ましい。あるいは、複数の半導体レーザーアレイがスタック状に配置された半導体レーザーアレイスタックと、各半導体レーザーアレイの光出射面に対してそれぞれ平行に複数のシリンドリカルレンズがスタック状に配置されたシリンドリカルレンズスタックとから構成されることが好ましい。これらの場合、高い出力の光を集光することができるため、固体レーザーの端面励起等に好適に用いることができる。また、半導体レーザーアレイから出射された発散角の大きなレーザー光をシリンドリカルレンズで集光することによって平行光束を生成することができる。

【0010】光学系は、第1の反射手段及び第2の反射手段を複数組有することも好ましい。この場合、光束の分割及び並べ替えを複数回行なうことによって、極端に縦長又は横長の光束であっても断面形状の縦横比を1に近づけることができる。

【0011】光源及び光学系を複数組備えることも好ましい。これによって、より高い出力の光を集光することができる。この場合には、複数組の光源及び光学系によって形成された複数の光束を互いに平行かつ隣接するように反射させる1以上の反射手段をさらに備えることが好ましい。このようにすれば、複数の光束を効率よく集光することができる。またこの場合には、複数組の光源及び光学系によって形成された複数の光束のうちの1以上の光束について偏光方向を回転する1以上の偏光回転手段をさらに備えることも好ましい。このようにすれば、集光される光束の密度を向上することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明による集光装置を固体レーザーの励起光源として用いる実施形態について図面を参照して説明する。なお、同一又は相当部分には同一

の符号を付し、重複する説明は省略する。また、光の進行方向等を考慮して、固体レーザーの端面に入射する光の進行方向をx軸正方向（すなわち、固体レーザーの端面が面する方向をx軸負方向）、固体レーザーの端面に向かって左方向をy軸正方向、固体レーザーの端面に向かって上方向をz軸正方向とする右手系の直交座標を用いて説明する。

【0013】図1は、本発明の第1の実施形態による集光装置11と、集光装置11を励起光源とする固体レーザー71とを示す斜視図であり、図2及び図3は、それぞれ本発明の第1の実施形態による集光装置11と、集光装置11を励起光源とする固体レーザー71とをz軸正方向から見た構成図及びy軸負方向から見た構成図である。本実施形態による集光装置11は、半導体レーザーアレイスタック（LDアレイスタック）23及びシリンドリカルレンズスタック25からなる光源21と、第1のプリズム43及び第2のプリズム45のプリズム対からなる光学系41と、集光レンズ61とから構成される。

【0014】LDアレイスタック23は、発光スポットがx軸方向に配列された半導体レーザーアレイ（LDアレイ）27をz軸方向に複数層（本実施形態においては4層）積層した構造であり、光出射面をy軸負方向に向けて配置されている。シリンドリカルレンズスタック25は、LDアレイ27と同数（本実施形態においては4層）のx軸方向を長手方向とするシリンドリカルレンズ29がz軸方向に配列された構造であり、LDアレイスタック23の光出射面側（y軸負方向側）近傍に設置される。各シリンドリカルレンズ29は、各LDアレイ27に対して平行に位置する。

【0015】第1のプリズム43は、底面が直角二等辺三角形であり、底面の斜辺の長さがLDアレイスタック23のx軸方向の長さとはほぼ等しい三角柱状の直角プリズムであり、側面には全反射コートが施されている。このプリズム43は、底面の斜辺をx軸に平行とし、底面の直角部分をy軸正方向に向けて、シリンドリカルレンズスタック25のy軸負方向に配置されている。また、第2のプリズム45は、底面が直角二等辺三角形であり、高さがプリズム43の底面における直角の頂点から斜辺へおろした垂線の長さとはほぼ等しい三角柱状の直角プリズムであり、入射面（すなわち、斜辺を有する側面）には反射防止コートが施され、全反射面（すなわち、斜辺を有さない2つの側面）には高反射コートが施されている。このプリズム45は、底面の斜辺をz軸に平行とし、底面の直角部分をx軸負方向に向けて、プリズム43のx軸負方向に配置されている。

【0016】集光レンズ61は簡単な凸レンズであり、プリズム43のx軸正方向にy-z平面に対して平行に配置されている。また、本実施形態による集光装置11の励起対象である固体レーザー（本実施形態においては、Nd-YAGロッド）71は、端面73をx軸負方向と

して集光レンズ61のx軸正方向に配置されている。集光レンズ61は、固体レーザー71のロッド内に焦点を有している。

【0017】次に、本実施形態による集光装置11の作用について説明する。まず、LDアレイスタック23の各LDアレイ27の光出射面からy軸負方向にレーザー光が出射される。LDアレイスタック23から出射されたレーザー光は発散角が大きいため、出射直後にシリンドリカルレンズスタック25の各シリンドリカルレンズ29によって平行化される。平行化された光束81の図1におけるA-A断面の形状は、図4に示されるようなx軸方向：z軸方向=4：1の長方形になっている。

【0018】この光束81は、プリズム43の斜辺を有しない2つの側面に反射されて、x軸正方向へ進行する光束83と、x軸負方向へ進行する光束85とに分割される。光束83の図1におけるB-B断面及び光束85の図1におけるC-C断面の形状は、それぞれ図5及び図6に示されるようなy軸方向：z軸方向=2：1の長方形になっている。

【0019】プリズム43に反射されてx軸負方向へ進行する光束85は、プリズム45の入射面から入射して1つの全反射面に反射されてz軸正方向へ進行し、さらに他の全反射面に反射されてx軸正方向へと進行する。この光束85はプリズム43の上を(すなわち、z軸正方向外側を)x軸正方向へと通過し、光束83のz軸正方向側に平行に隣接して再度光束81を形成する。この光束81の図1におけるD-D断面の形状は、図7に示されるようなy軸方向：z軸方向=1：1の正方形になっている。このように正方形に並べ替えられた光束81は、集光レンズ61によって固体レーザー71のロッド内に集光される。光束81の図1における端面73近傍のE-E断面の形状は、図8に示されるような高密度の正方形になっている。

【0020】本実施形態においては、上記のように、断面形状が長方形の光束を簡単なプリズムによって断面が正方形の光束に並び替え、簡単な集光レンズを用いて容易にかつ効率よく集光することができる。

【0021】図9は、本発明の第2の実施形態による集光装置12と、集光装置12を励起光源とする固体レーザー71とを示す斜視図であり、図10は、本発明の第2の実施形態による集光装置12と、集光装置12を励起光源とする固体レーザー71とをy軸負方向から見た構成図である。本実施形態による集光装置12は、第1の実施形態による集光装置11に対して、プリズム45の位置をz軸方向に平行移動させることができる位置調整手段75が付加されている。

【0022】本実施形態においては、図10中二点鎖線で示されるように、位置調整手段75を用いてプリズム45の位置をz軸方向に移動することによって、x軸正方向へ進行する光束85をz軸方向に移動させることが

できる。そのため、光束83及び光束85のz軸方向の間隔を調整することができ、光束81の図9におけるF-F断面の形状を図11に示されるように最適化することが可能になる。

【0023】図12は、本発明の第3の実施形態による集光装置13と、集光装置13を励起光源とする固体レーザー71とをy軸負方向から見た構成図である。本実施形態による集光装置13は、第2の実施形態による集光装置12と同様に位置調整手段75が付加されているが、本実施形態における位置調整手段75は、y軸に平行な回転軸に対してプリズム45を回転させることができる手段である。

【0024】本実施形態においては、図12中二点鎖線で示されるように、位置調整手段75を用いてプリズム45を所定の角度 α だけ回転することによって、x軸正方向へ進行する光束85をz軸方向に移動させることができる。そのため、第2の実施形態による集光装置12と同様に光束81の断面形状を最適化することが可能となる。

【0025】図13は、本発明の第4の実施形態による集光装置14と、集光装置14を励起光源とする固体レーザー71とを示す斜視図であり、図14は、本発明の第4の実施形態による集光装置14と、集光装置14を励起光源とする固体レーザー71とをz軸正方向からみた構成図である。本実施形態による集光装置14においては、断面形状が極端に横長の光束を発するLDアレイスタック23を用いるため、光学系41にはプリズム対(第3のプリズム47及び第4のプリズム49)がさらに一組追加され、プリズム対による光束の並び替えが連続的に2回行なわれる。

【0026】LDアレイスタック23及びシリンドリカルレンズスタック25からなる光源21は、各LDアレイ27及び各シリンドリカルレンズ29の長手方向をy軸方向として、光出射面をx軸正方向に向けて配置される。また、第1のプリズム43はシリンドリカルレンズスタック23のx軸正方向に、第2のプリズム45はプリズム43のy軸負方向にそれぞれ配置される。

【0027】第3のプリズム47は、底面が直角二等辺三角形であり、底面の斜辺の長さがプリズム43の底面における直角の頂点から斜辺へおろした垂線の長さとはほぼ等しい三角柱状の直角プリズムであり、側面には全反射コートが施されている。このプリズム47は、底面の斜辺をx軸に平行とし、直角部分をy軸負方向に向けて、プリズム43のy軸正方向に配置されている。また、第4のプリズム49は、底面が直角二等辺三角形であり、高さがプリズム47の底面における直角の頂点から斜辺へおろした垂線の長さとはほぼ等しい三角柱状の直角プリズムであり、入射面(すなわち、斜辺を有する側面)には反射防止コートが施され、全反射面(すなわち、斜辺を有さない2つの側面)には高反射コートが施

されている。このプリズム49は、底面の斜辺をz軸に平行とし、底面の直角をx軸負方向に向けて、プリズム47のx軸負方向に配置されている。

【0028】集光レンズ61は、プリズム47のx軸正方向にy-z平面に対して平行に配置されており、励起対象である固体レーザー71は、端面73をx軸負方向として集光レンズ61のx軸正方向に配置されている。

【0029】本実施形態においては、LDアレイスタック23はy軸方向に極端に長いので、出射された光束81の図13におけるG-G断面の形状は、図15に示されるようなy軸方向：z軸方向=16：1の長方形になっている。

【0030】この光束81に対して、プリズム43及びプリズム45によって第1の並べ替えが行なわれ、図13におけるH-H断面の形状は図16に示されるようなy軸方向：z軸方向=4：1の長方形になる。第1の並べ替えが行なわれた光束81に対して、プリズム47及び49によって第2の並べ替えが行なわれ、図13におけるI-I断面の形状は図17に示されるようなx軸方向：z軸方向=1：1の正方形になる。このように正方形に並べ替えられた光束81は、集光レンズ61によって固体レーザー71のロッド内に集光される。

【0031】本実施形態においては、簡単な2組のプリズム対によって、断面形状が極端に横長である長方形の光束であっても容易に正方形の光束にすることができ、簡単な集光レンズを用いて容易にかつ効率よく集光することができる。

【0032】図18は、本発明の第5の実施形態による集光装置15と、集光装置15を励起光源とする固体レーザー71とを示す斜視図であり、図19は、本発明の第5の実施形態による集光装置15と、集光装置15を励起光源とする固体レーザー71とをz軸正方向からみた構成図である。本実施形態による集光装置15においては、より高い出力の光を固体レーザー71のロッド内に入射させることができるように、光源及び光学系が2組用いられており、これらからの光束を並べるための反射ミラー63及び65が付加されている。

【0033】LDアレイスタック23及びシリンDRICALレンズスタック25からなる第1の光源21は、各LDアレイ27及び各シリンDRICALレンズ29の長手方向をx軸方向として、光出射面をy軸負方向に向けて配置される。また、第1の光学系41における第1のプリズム43はシリンDRICALレンズスタック25のy軸負方向に、第1の光学系41における第2のプリズム45はプリズム43のx軸負方向にそれぞれ配置される。

【0034】一方、LDアレイスタック33及びシリンDRICALレンズスタック35からなる第2の光源31は、各LDアレイ37及び各シリンDRICALレンズ39の長手方向をx軸方向として、光出射面をy軸正方向に向けて、プリズム43のy軸負方向に配置される。ま

た、第2の光学系51における第1のプリズム53はシリンDRICALレンズスタック35のy軸正方向に、第2の光学系51における第2のプリズム55はプリズム53のx軸負方向にそれぞれ配置される。

【0035】第2の光源31から出射され第2の光学系51によって並び替えられた光束87をy軸正方向に反射するための第1の反射ミラー63が、プリズム53のx軸正方向に配置され、第1の反射ミラー63によって反射された光束87を第1の光源21から出射され第1の光学系41によって並び替えられた光束81に平行かつ隣接するように反射するための第2の反射ミラー65が、プリズム43のx軸正方向かつ反射ミラー63のy軸正方向に配置される。

【0036】集光レンズ61は、反射ミラー65のx軸正方向にy-z平面に対して平行に配置されており、励起対象である固体レーザー71は、端面73をx軸負方向として集光レンズ61のx軸正方向に配置されている。

【0037】本実施形態においては、第1の光源21から出射された光束81が第1の光学系41によって並び替えられ、また、第2の光源31から出射された光束87が第2の光学系51によって並び替えられる。光束87は反射ミラー63及び65によって光束81に平行かつ隣接するように並べられ、光束81及び光束87は集光レンズ61によって一括して集光される。このように2つの光源を用いることによって、より高い出力の光を固体レーザー71のロッド内に入射させることができる。

【0038】図20は、本発明の第6の実施形態による集光装置16と、集光装置16を励起光源とする固体レーザー71とを示す斜視図であり、図21は、本発明の第6の実施形態による集光装置16と、集光装置16を励起光源とする固体レーザー71とをz軸正方向からみた構成図である。本実施形態においては、光源及び光学系が2組用いられており、これらのうち的一方から発せられた光束の偏光方向を回転するための偏光回転板67が付加されている。

【0039】LDアレイスタック23及びシリンDRICALレンズスタック25からなる第1の光源21は、各LDアレイ27及び各シリンDRICALレンズ29の長手方向をx軸方向として、光出射面をy軸負方向に向けて配置される。また、第1の光学系41における第1のプリズム43はシリンDRICALレンズスタック25のy軸負方向に、第1の光学系41における第2のプリズム45はプリズム43のx軸負方向にそれぞれ配置される。

【0040】一方、LDアレイスタック33及びシリンDRICALレンズスタック35からなる第2の光源31は、各LDアレイ37及び各シリンDRICALレンズ39の長手方向をy軸方向として、光出射面をx軸正方向に向けて、プリズム43のy軸負方向に配置される。また、第2の光学系51における第1のプリズム53はシリンDRICALレンズスタック35のx軸正方向に、第2

の光学系51における第2のプリズム55はプリズム53のy軸負方向にそれぞれ配置される。

【0041】光束の偏光方向を90度回転させる偏光回転板67が、x-z平面に対して平行にプリズム53のy軸正方向に配置される。また、特定の偏光方向の光束のみを透過する偏光ビームスプリッタ69が、偏光回転板67のy軸正方向かつプリズム43のx軸正方向に配置される。

【0042】集光レンズ61は、偏光ビームスプリッタ69のx軸正方向にy-z平面に対して平行に配置されており、励起対象である固体レーザ71は、端面73をx軸負方向として集光レンズ61のx軸正方向に配置されている。

【0043】本実施形態においては、第1の光源21から出射された光束81が第1の光学系41によって並び替えられ、また、第2の光源31から出射された光束87が第2の光学系51によって並び替えられる。光束81は偏光ビームスプリッタ69を透過し、また、光束91は偏光回転板67によって偏光方向を90度回転された後、偏光ビームスプリッタ69によって反射される。これによって、光束81及び光束87が重畳され、集光レンズ61によって一括して集光される。このように偏光方向の異なる2つの光束を重畳することによって、集光される光束の密度を高めることができる。

【0044】図22は、本発明の第7の実施形態による集光装置17をz軸正方向からみた構成図である。本実施形態による集光装置17は、第5の実施形態による集光装置15における集光レンズ61のx軸正方向に光ファイバ91が付加されている。この光ファイバ91は、高屈折率のコア93と低屈折率のクラッド95から構成されており、本実施形態における集光レンズ61は、光ファイバ91の一端のコア93内に焦点を有している。

【0045】本実施形態において、第1の光学系41及び第2の光学系51等によって並び替えられた光束は、集光レンズ61によって光ファイバ91の一端のコア93内に集光される。このとき、集光される光束は縦横比が1に近いため、光ファイバ91のコア93内に効率よく集光することができる。また、集光された光は、コア93内を進行して光ファイバ91の他端へと伝送される。光ファイバ91を通すことによって、光ファイバ91の他端において同心円方向に均一な強度分布を持つ高出力のレーザ光が得られる。このように光ファイバを用いることによって、例えば光源から被集光物までの距離が遠い場合であっても、高出力のレーザ光を容易にかつ効率よく伝送することが可能となる。

【0046】上記第1～第7の実施形態において、光源は半導体レーザアレイスタックとシリンドリカルレンズスタックとから構成されとしたが、これらの光源は、単一の半導体レーザアレイと単一のシリンドリカルレンズとから構成されることも好ましい。また、本発明によ

る集光装置は上記第1～第7の実施形態に限定されるものではなく、他の条件等に応じた好適な変形形態をとることができる。例えば、複数組の光源及び光学系を有し、各光学系においてプリズム対を複数組有する集光装置であってもよい。

【0047】

【発明の効果】本発明の集光装置によれば、簡単な反射手段によって縦長又は横長である平行光束の断面形状の縦横比を1に近づけることができるため、簡単な集光手段によって容易にかつ効率よく集光することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとを示す斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをz軸正方向からみた構成図である。

【図3】本発明の第1の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをy軸負方向からみた構成図である。

【図4】図1のA-A断面における光束の形状を示す断面図である。

【図5】図1のB-B断面における光束の形状を示す断面図である。

【図6】図1のC-C断面における光束の形状を示す断面図である。

【図7】図1のD-D断面における光束の形状を示す断面図である。

【図8】図1のE-E断面における光束の形状を示す断面図である。

【図9】本発明の第2の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとを示す斜視図である。

【図10】本発明の第2の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをy軸負方向からみた構成図である。

【図11】図9のF-F断面における光束の形状を示す断面図である。

【図12】本発明の第3の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをy軸負方向からみた構成図である。

【図13】本発明の第4の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとを示す斜視図である。

【図14】本発明の第4の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをz軸正方向からみた構成図である。

【図15】図13のG-G断面における光束の形状を示す断面図である。

11

【図16】図13のH-H断面における光束の形状を示す断面図である。

【図17】図13のI-I断面における光束の形状を示す断面図である。

【図18】本発明の第5の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとを示す斜視図である。

【図19】本発明の第5の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをz軸正方向からみた構成図である。

【図20】本発明の第6の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとを示す斜視図である。

【図21】本発明の第6の実施形態による集光装置と、この集光装置を励起光源とする固体レーザとをz軸正方向からみた構成図である。

【図22】本発明の第7の実施形態による集光装置をz軸正方向からみた構成図である。

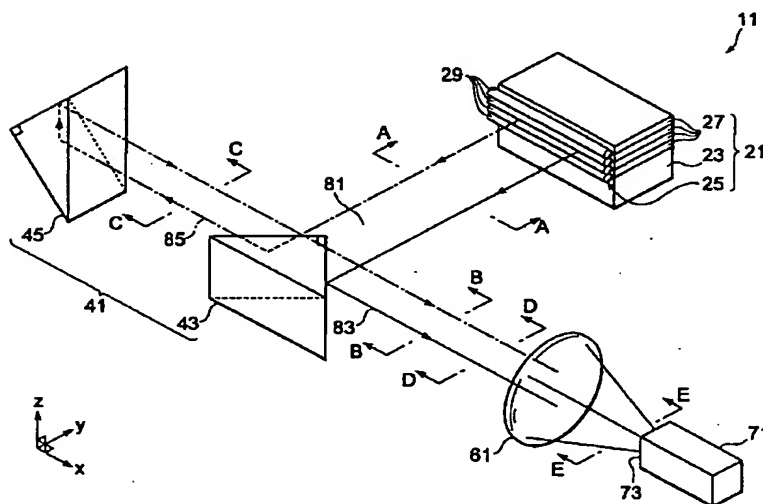
【符号の説明】

11…第1の実施形態による集光装置、12…第2の実施形態による集光装置、13…第3の実施形態による集光装置、14…第4の実施形態による集光装置、15…第5の実施形態による集光装置、16…第6の実施形態による集光装置、17…第7の実施形態による集光装置、21…(第1の)光源、23…半導体レーザアレイスタック(LDアレイスタック)、25…シリンドリカルレンズスタック、27…半導体レーザアレイ(LDアレイ)、29…シリンドリカルレンズ、31…第2の光源、33…半導体レーザアレイスタック(LDアレイスタック)、35…シリンドリカルレンズスタック、37…半導体レーザアレイ(LDアレイ)、39…シリンドリカルレンズ、41…(第1の)光学系、43…第1のプリズム、45…第2のプリズム、47…第3のプリズム、49…第4のプリズム、51…第2の光学系、53…第1のプリズム、55…第2のプリズム、61…集光レンズ、63…第1の反射ミラー、65…第2の反射ミラー、67…偏光回転板、69…偏光ビームスプリッタ、71…固体レーザ、73…端面、75…位置調整手段、81…光束、83…分割された光束、85…分割された光束、87…光束、91…光ファイバ、93…コア、95…クラッド

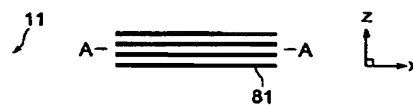
12

* 光装置、14…第4の実施形態による集光装置、15…第5の実施形態による集光装置、16…第6の実施形態による集光装置、17…第7の実施形態による集光装置、21…(第1の)光源、23…半導体レーザアレイスタック(LDアレイスタック)、25…シリンドリカルレンズスタック、27…半導体レーザアレイ(LDアレイ)、29…シリンドリカルレンズ、31…第2の光源、33…半導体レーザアレイスタック(LDアレイスタック)、35…シリンドリカルレンズスタック、37…半導体レーザアレイ(LDアレイ)、39…シリンドリカルレンズ、41…(第1の)光学系、43…第1のプリズム、45…第2のプリズム、47…第3のプリズム、49…第4のプリズム、51…第2の光学系、53…第1のプリズム、55…第2のプリズム、61…集光レンズ、63…第1の反射ミラー、65…第2の反射ミラー、67…偏光回転板、69…偏光ビームスプリッタ、71…固体レーザ、73…端面、75…位置調整手段、81…光束、83…分割された光束、85…分割された光束、87…光束、91…光ファイバ、93…コア、95…クラッド

【図1】



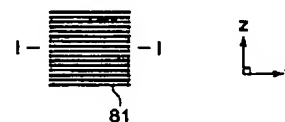
【図4】



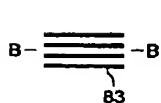
【図8】



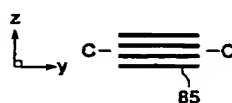
【図17】



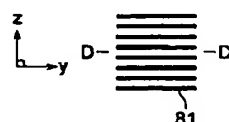
【図5】



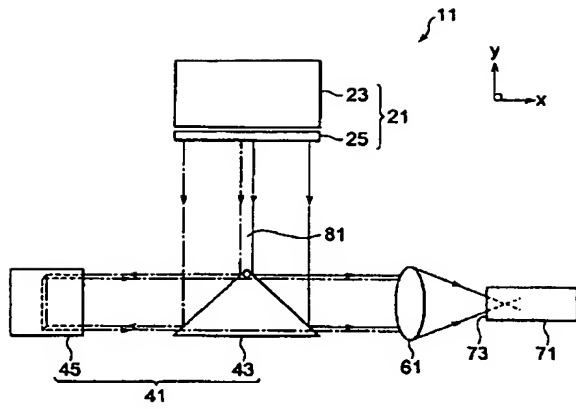
【図6】



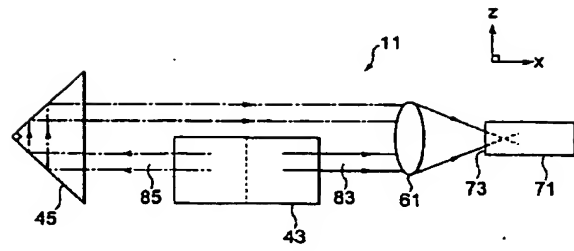
【図7】



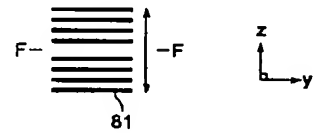
【図2】



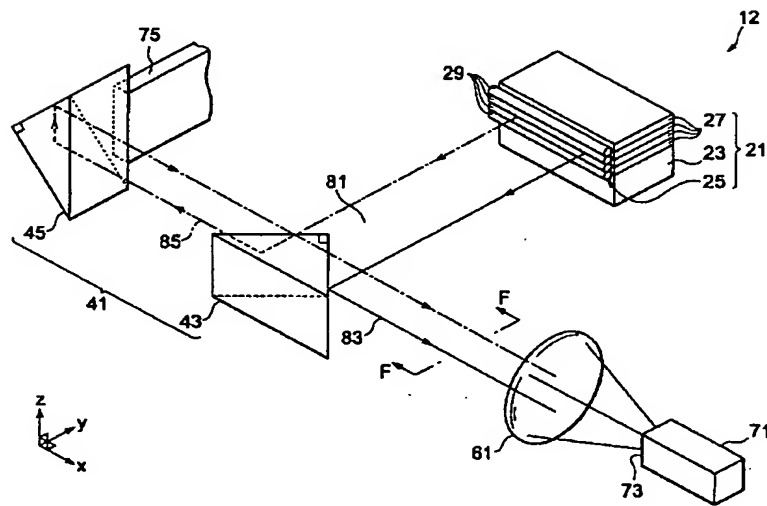
【図3】



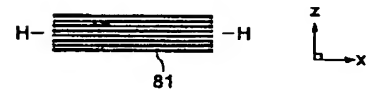
【図11】



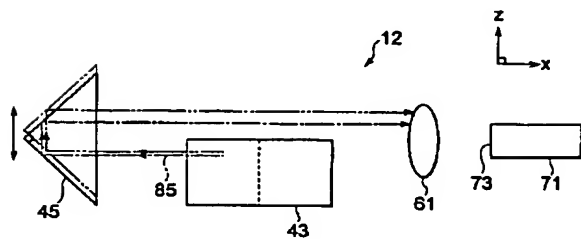
【図9】



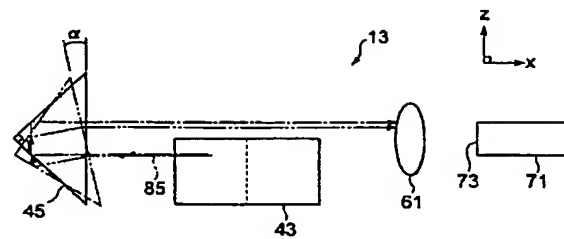
【図16】



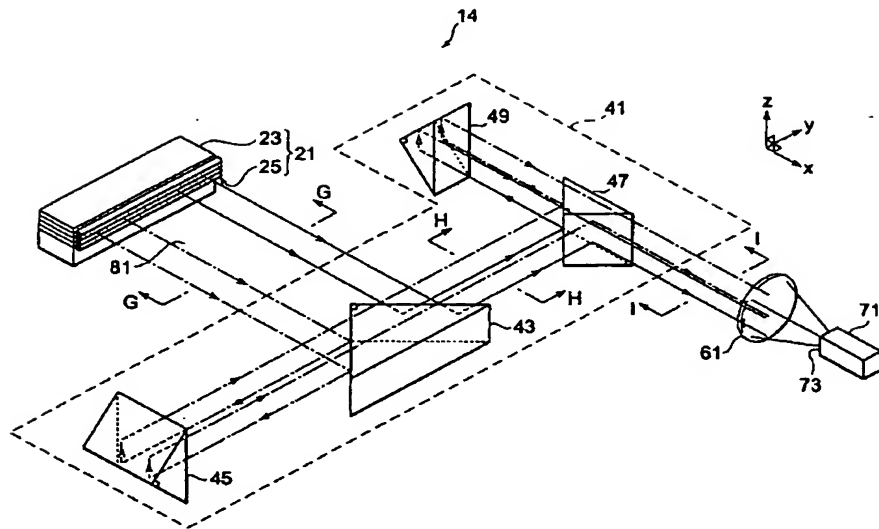
【図10】



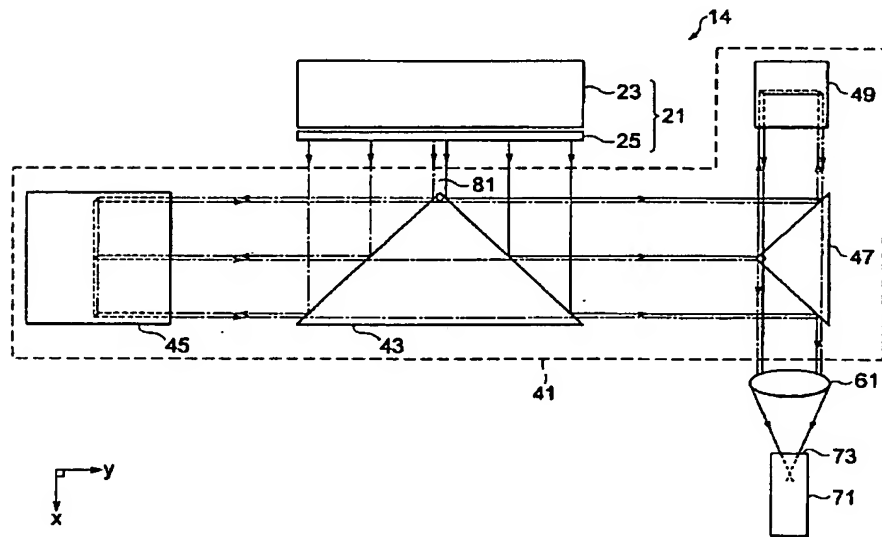
【図12】



【図13】



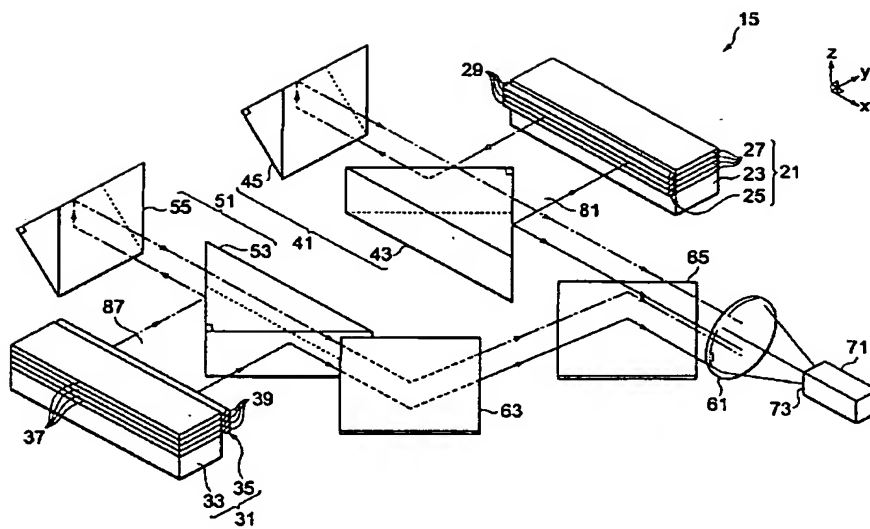
【図14】



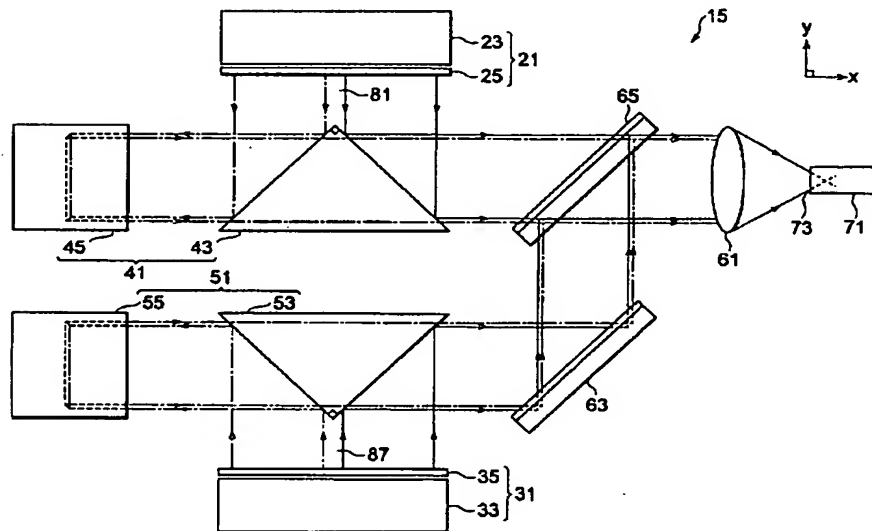
【図15】



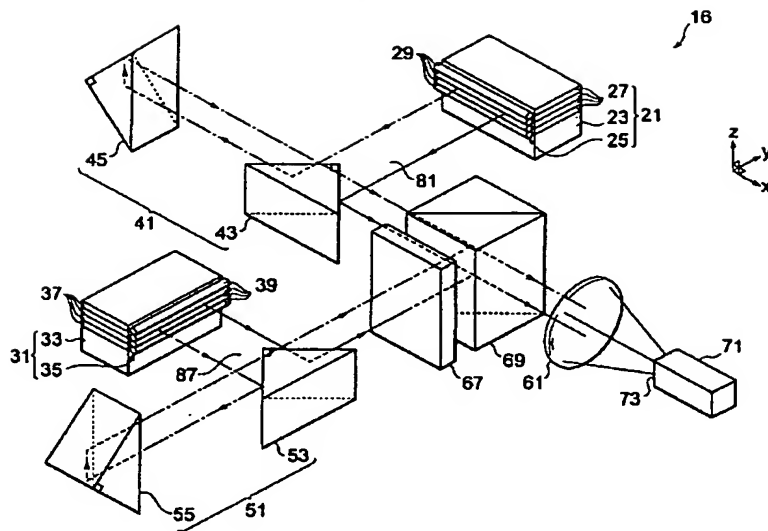
【図18】



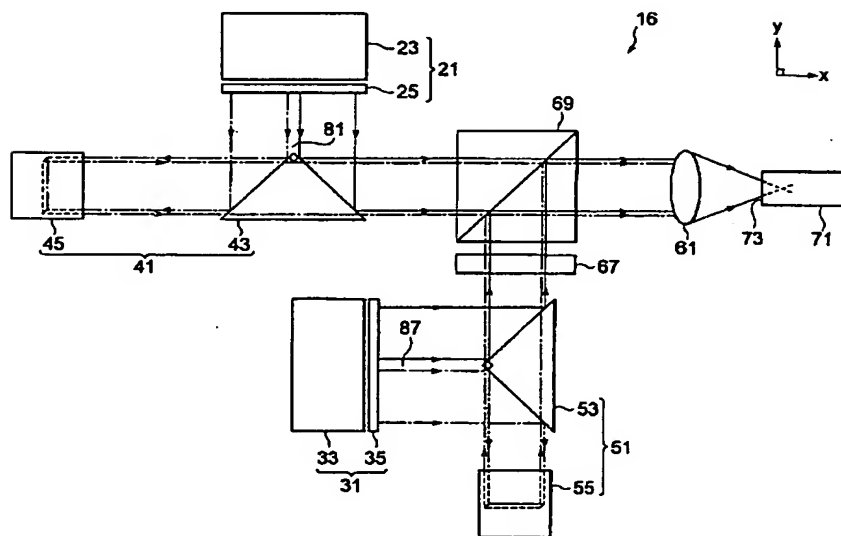
【図19】



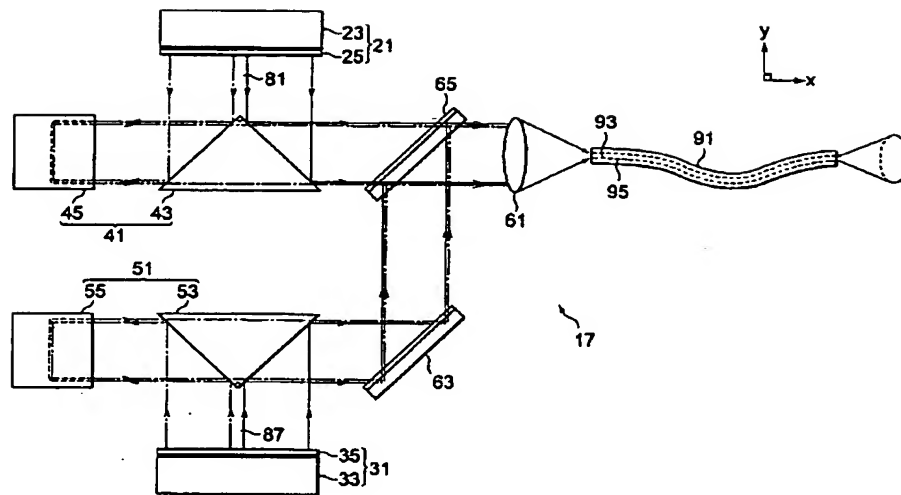
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 大林 寧
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 鈴木 英夫
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 齊藤 正之
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

Fターム(参考) 5F072 AB02 JJ02 KK15 KK30 PP07